

PCT/JP03/07258

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

09.06.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 2 年 7 月 5 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 1 9 7 1 1 7
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 1 9 7 1 1 7]

REC'D 25 JUL 2003

WIPO PCT

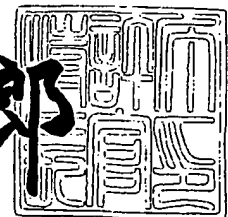
出 願 人
Applicant(s): 日産自動車株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 7 月 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 5 0 8 3

【書類名】 特許願

【整理番号】 NM01-01853

【提出日】 平成14年 7月 5日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01M 8/04

【発明の名称】 燃料電池システム

【請求項の数】 10

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社
社内

【氏名】 福田 隆

【特許出願人】

【識別番号】 000003997

【氏名又は名称】 日産自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100075513

【弁理士】

【氏名又は名称】 後藤 政喜

【選任した代理人】

【識別番号】 100084537

【弁理士】

【氏名又は名称】 松田 嘉夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019839

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9706786

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料電池システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

システム内に水が存在する燃料電池システムにおいて、
水の凍結可能性を推定する凍結可能性推定手段と、
燃料電池システム内の水の少なくとも一部の凍結を防止する凍結防止手段と、
前記凍結可能性推定手段の出力に応じた待ち時間を求める待ち時間推定手段と
、を備え、

少なくとも前記待ち時間が経過するまでは前記凍結防止手段を停止状態に維持
することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】

前記待ち時間を、前記凍結可能性推定手段により推定された凍結可能性から凍
結開始の可能性がないと判断できる時間とする請求項 1 に記載の燃料電池システ
ム。

【請求項 3】

前記待ち時間経過後に、前記凍結防止手段によりシステム内の水の少なくとも
一部の凍結を防止する動作を開始する請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 4】

前記待ち時間経過後に、前記凍結可能性推定手段により再度凍結可能性を推定
する請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 5】

前記凍結可能性推定手段により推定された凍結可能性に応じて、凍結が開始す
るかどうかを判断する凍結開始判断手段を備え、

前記凍結開始判断手段により凍結が開始する可能性があるとは判断される場合
には、前記凍結防止手段により凍結の防止を開始し、

前記凍結開始判断手段により凍結が開始する可能性がないとは判断される場合
には、前記待ち時間推定手段により、前記凍結可能性を再度推定するまでの待ち時
間を推定する請求項 4 に記載の燃料電池システム。

【請求項 6】

前記待ち時間を、凍結可能性が低いほど長くする請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 7】

前記凍結防止手段として、水の少なくとも一部を排水するドレーンバルブを備えた請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 8】

前記凍結防止手段として、水の少なくとも一部を加熱もしくは保温する保温装置を備えた請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 9】

前記凍結可能性推定手段は、平均気温、外気温センサ、カレンダー、ナビゲーション情報、各地の気温等の統計情報の少なくとも一つ、もしくは組み合わせにより凍結可能性を推定する請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 10】

前記凍結可能性推定手段の推定は、少なくとも前回以前の凍結可能性、もしくは前回凍結可能性推定を行う過程で得られたセンサ値または演算結果等のうち少なくとも一つを記憶し、前回以前との変化量、もしくは変化割合に応じて補正を行う請求項 3 に記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【産業上の利用分野】**

本発明は、燃料電池システムに関する、特に、燃料電池システムに保有する水の凍結防止のための構成に関する。

【0002】**【従来の技術】**

従来の燃料電池システムにおいて、システムを停止した際に環境温度が氷点以下となると、システム内に保有する水が凍結するという問題が生じる。これにより、システムの破損、起動時間の延長、起動に必要なエネルギーの増加等の問題が生じる。これに対して、特開平 10-223249 号公報には、燃料電池の排ガ

ス流路内の凝縮水凍結による通路閉塞を防止する技術について記載されている。ここでは、システムで凍結が予測された場合には、ガス配管に設けられた凝縮水貯留部の水を所定時間後に抜くことによりガス流路の閉塞を防止している。この凍結予測手段としては、外気温度、外気湿度に関するデータ、予め記憶させておいた凍結の可能性のある期間に関する情報、あるいは、運転者による直接指示入力の有無等により予測している。

【0003】

【発明が解決しようとしている問題点】

特開平10-223249号公報においては、運転者が比較的短時間の運転を繰り返す場合にも、凍結が予測されたらシステム停止から所定時間経過毎に少なからず凝縮水を系外に排出してしまう。そのため、凍結が予測されるたびにシステム内の水が減少し、ひいては水不足を引き起こしてしまう。このように、従来の燃料電池システムにおいては、無駄な凍結防止の動作を行うことで、水不足やエネルギー消費を生じてシステムの効率を悪化させる可能性が生じるという問題がある。

【0004】

そこで本発明は、無駄な凍結防止の動作によるシステムの効率の悪化を抑制することができる燃料電池システムを提供することを目的とする。

【0005】

【問題点を解決するための手段】

本発明は、水の凍結可能性を推定する凍結可能性推定手段と、燃料電池システム内の水の少なくとも一部の凍結を防止する凍結防止手段と、前記凍結可能性推定手段の出力に応じた待ち時間を求める待ち時間推定手段と、を備える。このような燃料電池システムにおいて、少なくとも前記待ち時間が経過するまでは前記凍結防止手段を停止状態に維持する。

【0006】

【作用及び効果】

凍結可能性に応じた待ち時間を求める待ち時間推定手段を備え、少なくとも待ち時間が経過するまでは、凍結防止手段を停止状態に維持する。これにより、凍

結可能性に応じて、凍結防止の動作を待機させることができるので、無駄に凍結防止の動作を行うのを避けることができる。その結果、凍結防止の動作に必要なエネルギー等の消費を抑制することができ、システム効率を向上することができる。

【0007】

【発明の実施の形態】

第1の実施形態に用いる燃料電池システムの構成を図1に示す。

【0008】

図示しない圧力調整弁および流量調整弁により所定の圧力および流量に調整した燃料ガスを、燃料ガス通路3を介してスタック1に供給する。また同様に、図示しない圧力調整弁および流量調整弁により所定の圧力および流量に調整した空気を、空気通路7を介してスタック1に供給する。

【0009】

ここで、本実施形態に用いるスタック1を固体高分子型燃料電池とする。固体高分子型燃料電池においては発電反応を効率よく行うために電解質膜を加湿する必要がある。そこで、本実施形態では燃料ガスおよび空気を、燃料ガス通路3および空気通路7に配置した加湿器4で加湿してからスタック1に供給する。

【0010】

加湿器4において加湿された燃料ガスおよび空気をを用いてスタック1で発電を行う。発電に用いられずにスタック1から排出された燃料ガス（排燃料ガス）は排燃料燃焼器5に供給する。排燃料燃焼器5では、排燃料ガスと空気供給通路6から供給された空気とを混合・燃焼することにより排燃料ガスを浄化してからシステム外部に排出する。

【0011】

また、発電に用いられなかった空気（排空気）には、発電反応に伴って生成される水が含まれる。そこで、スタック1から排出された排空気を、水分凝縮装置8に供給し、水分を回収してからシステム外部に排出する。ここで、水分凝縮装置8は、空冷式の熱交換器や水分離膜等、排空気中の水分を回収できるものであればよい。また、必要に応じて水回収の過程にフィルタを設けてもよい。

【0012】

次に、スタック1の冷却システムについて説明する。ここでは、水にエチレングリコール等の凍結防止剤を混入した冷却水をスタック1に循環させる。

【0013】

スタック1内を流れることにより熱を吸収した冷却水は、スタック1から冷却通路21に排出される。冷却通路21には三方弁22を配置し、冷却水を熱交換器24に供給する通路23に供給するか、熱交換器24を迂回する迂回路25に供給するかを切り替える。迂回路25に冷却水が供給された場合には、後述する予備タンク27の下流側に供給される。

【0014】

一方、通路23に冷却水が供給された場合には、図示しないラジエータファン等により所定の温度に調整された熱交換器24において冷却される。熱交換器24で冷却された冷却水を水分凝縮装置8の熱交換部26に流通させ、水分凝縮装置8に供給される排空気を冷却することにより、排空気に含有される水分を凝縮する。このように、冷却水を排空気の冷却源として用いた後、予備タンク27の下流側に供給する。ここで、予備タンク27に貯水された冷却水は、冷却水が熱膨張および収縮した際に、予備タンク27内への冷却水の吸収および循環する冷却水の補給を行うことで循環する冷却水量を調整する。

【0015】

予備タンク27の下流側から冷却水ポンプ28に冷却水を供給する。冷却水ポンプ28では冷却水の圧送を行う。冷却ポンプ28の下流には、図示しない空気経路と燃料経路から供給された空気および燃料を用いた燃焼により冷却水を加熱する加熱バーナ29を備える。これは、特に冷間起動時に作動させて冷却水を加熱することによりスタック1を暖機し、冷間からの起動を速やかに行う。ここで、本実施形態では冷間時をシステムが凍結している可能性がある場合とするが、例えばシステムの暖機が積極的に必要な場合等としてもよい。加熱バーナ29から排出された冷却水は、再びスタック1に供給されてスタック1の温度調整を行う。

【0016】

次に、加湿器 4 における加湿に用いる水の供給システムについて説明する。ここで、水分凝縮装置 8 から加湿器 4 へ水を流通する配管を水通路 9 とする。

【0017】

前述した水分凝縮装置 8 で回収された水は、水通路 9 を流れて水タンク 10 に貯蔵される。水タンク 10 には、タンク内の水を加熱する加熱ヒータ 13 を備え、冷間起動時にはこの加熱ヒータ 13 によりタンク内の水を解凍する。

【0018】

反応ガスを加湿する場合には、水タンク 10 内の水をバルブ 14 を介して水ポンプ 17 に供給する。ここで、バルブ 14 は、水タンク 10 から水を取り出す通路の連通・非連通を切り替える手段である。また、バルブ 14 と水ポンプ 17 との間の水通路 9 内の最下部に、水通路 9 中に残留した水を排水するためのドレーン配管 16 およびドレーンバルブ 15 を配置する。

【0019】

水ポンプ 17 は、スタック 1 の運転状態に応じた加湿を行うために必要な水量を加湿器 4 に供給する。ここで、水ポンプ 17 と加湿器 4 との間の水通路 9 には、三方弁 18 を配置する。三方弁 18 は、加湿器 4 に水ポンプ 17 により圧送された水を供給するか、図示しないフィルタを介してエア導入ライン 19 上に設けたエアポンプ 20 により圧送される空気を水通路 9 に供給するかを切り替える手段である。

【0020】

従来、このような燃料電池システムにおいて凍結が予測された場合には、所定時間後に排水を行うことにより、凍結による通路の閉塞を防いでいる。

【0021】

しかしながらこのような制御を行うと、比較的短時間の運転を繰り返すような場合には、所定時間経過ごとに排水を行うのでシステム内で水不足を生じたり、水を生成するために余分なエネルギーが必要となったりするという問題が生じる。また、従来はカレンダー等で凍結の可能性がある期間を設定して凍結を予測しているので、冬季には常に水抜きを行い、水不足が生じやすくなる。加えて、使用地域等が変更された場合、例えば国外で使用する場合には凍結の予測が大幅には

ずれてシステムの凍結を正確に防止するのが難しい。さらに、常に外気温をモニタすることも考えられるが、センサやコントロールユニット等では電力を消費するため、通常サイズのバッテリーを使用した場合には、電力不足を引き起こす可能性がある。

【0022】

そこで本実施形態では以下のような測定系および制御系を備えることにより、無駄な排水や無駄な電力消費を抑制する。

【0023】

スタック1の温度を測定するスタック温度センサ2、水タンク10内の水温を測定する水温センサ11、水タンク10内の水位を測定する液面センサ12、外気温を測定する外気温センサ31を備える。さらに、これらのセンサの出力に応じて、各弁、バルブ、ポンプ等を制御するコントローラ30を備えて燃料電池システムを制御する。また、コントローラ30には、カレンダー、システムを使用する土地の一日の気温変化データ、時計を内蔵する。

【0024】

本実施形態における制御方法を図2のフローチャートを用いて説明する。燃料電池システムの起動開始の信号が読み込まれたら本制御を開始する。

【0025】

ステップS1においては、各種センサ2、11、12、31の測定値を読み込む。ステップS2において、ステップS1で読み込んだスタック温度センサ2の出力から、スタック1の温度と所定温度を比較する。ここでの所定温度はスタック1の暖機が必要かどうかを判断できる温度とし、例えば50℃とする。

【0026】

ステップS2において、スタック1の温度が所定温度より大きいと判断されたらスタック1を暖機する必要があるシステム運転時と判断してステップS3に進み、通常運転を継続する。ここで、スタック1の停止時に、スタック1の温度が50℃より高くなる可能性がある場合には、このステップS3においてスタック1が運転状態か停止状態かを判断する必要がある。このとき、停止状態であると判断されたらシステムの暖機処理を省略して発電を開始し、運転状態であると判

断されたらそのまま運転を継続する。一方、ステップS2において、スタック1の温度が所定温度以下と判断されたらステップS4に進み、起動運転を行う。

【0027】

ステップS4において、水温センサ11により測定した温度と所定温度とを比較する。ここにおける所定温度は、水タンク10内に貯蔵した純水が凍結している可能性があるかどうかを判断する基準値とし、例えば5℃とする。水温センサ11により測定した水タンク10内の水温が所定値より小さい場合には、水が凍結している可能性があるためステップS5に進み、後述する冷間起動を行う。一方、水温センサ11の出力が所定値以上の場合には、水は凍結していないと判断できるので、ステップS6に進み、後述する通常起動を行う。

【0028】

ステップS3、S5、S6によりシステムの運転状態が通常運転となったらステップS7に進む。ステップS7においては、液面センサ12の出力に応じて、水タンク10の液面レベルの低下を判断する。ここでは、液面センサ12の判定は、ハンチングを防止するために、計測された液面の例えば1分間の平均値を算出し、低下を示す閾値との比較を行っている。さらにハンチングを抑制するために、レベル液面にレベル幅に対して1/10程度のヒステリシスを設けて上記判断を行ってもよい。

【0029】

ステップS7において、液面レベルが低下していると判断されたら、ステップS8に進む。低下していると判断されなかった場合には、ステップS11に進む。

【0030】

ステップS8においては、水生成モード運転を行う。具体的には、水分凝縮装置8での凝縮温度、ここでは熱交換部26に供給する冷却水温度を低下させることで、水の凝縮量、ひいては水の回収量を増加する。

【0031】

ステップS9では、S7と同様の手法で、S7よりさらに低い水位での液面レベルの判断を行う。ここでは、水の補給を行わないと加湿水が不足する可能性が

あるかどうかを判断する。水の補給を必要とする水位にまで低下した場合にはステップS10へ進み、水の補給を必要とする水位まで低下していない場合にはステップS11に進む。

【0032】

ステップS10においては、運転者に警告ランプ等で水不足を知らせ、水補給を要求し、水補給することで水面レベルを回復させる要求をだす。ここで、要求をだしてから所定運転時間経過しても水レベルが回復しない場合には、水不足の恐れがあるためにシステムを停止する。

【0033】

ステップS8～S10において、水タンク10の水位が加湿を行うのに十分となるように水の補充を行ったら、ステップS11に進む。ステップS11において、イグニッションスイッチがONであるか、OFFであるかの判定を行う。

【0034】

運転継続を示すONの場合には、ステップS1に戻り、再び水量が十分であるかの判断を行う。ステップS11において、運転停止を示すOFFである場合にはステップS12に進む。

【0035】

ステップS12からは、燃料電池システムの停止運転を行う。ステップS12では、システム内に保有する水の凍結可能性判断を行う。本実施形態では、日本において燃料電池システムを運転する際の凍結可能性を判断する。図3に日本の代表的な地域、例えば関東地方の最低気温の年間変化を示す。これによると、凍結の可能性があるのは、12月から3月程度であることがわかる。

【0036】

しかし、東北や北海道等寒冷地の場合には、気温が低いため、さらに凍結の可能性が高まると考えられ、逆に、温暖な地域では凍結の可能性は低くなる。図4に2月の平均的な1日の代表的な気温変化のデータを示す。図中の記号は、■印が温暖地域、●印が代表的な地域、▲印は寒冷地域を示す。ここで示すように、日本国内の地域によっても温度差が非常に大きいことが分かる。

【0037】

本実施形態では、図4中の代表的な地域(●印)の1日の温度変化のデータをコントロールユニット30内に記憶させ、この値と時刻と、外気温センサ31との値を比較して1日の気温変化をシフトさせる。これにより、燃料電池システムを停止する地域の実測温度に応じて最低温度を予測することができ、代表地域における気温変化のデータを用いた場合にも地域による温度差を考慮することができる。

【0038】

具体的に例を示すと、温度測定時刻が例えば16時で外気温が23℃であったとする。16時の代表地での温度(約7℃)を外気温から減じた値(23℃-約7℃=約16℃)を補正值とし、代表地域の最低気温(約1℃)に補正值(約16℃)を加えた値(約17℃)を、その地域での予測最低気温と推定する。

【0039】

このように予測最低気温を推定したら、図5を用いて凍結可能性を求める。ここで、図5には、予測最低気温に対する凍結可能性を示しており、ここでは、例えば0℃以下を凍結可能性100%とし、10℃以上を凍結可能性0%としている。このため、予測最低気温が17℃と判断された場合には、凍結可能性は0℃と判断される。

【0040】

本実施形態では、代表的な気温変化をベースとして、外気温情報により補正することで凍結可能性を推定したが、ナビゲーションにより位置情報を得ることでより正確な気温情報を得ることもできる。また、気象情報等から直接予測する方法も考えられる。

【0041】

このように、システム内に保有する水の凍結可能性を推測したら、ステップS13に進み、凍結するかどうかを予測する。つまり、ステップS12の凍結可能性が0%であるかどうかの判断を行い、0%の場合にはステップS14に進み、それ以外の場合にはステップS15に進む。

【0042】

ステップS14は、凍結の可能性がないと判断された場合なので、水抜き等の

作動をせずにシステムを停止する。一方、ステップS15においては、水通路9内の水を水タンク10に回収する。三方弁18を切り替えて、エアポンプ20により圧送される空気を水通路9内に供給する。これにより、水通路9内の水はバルブ14を介して水タンク10内に回収される。このとき、十分に水を抜くのに必要な時間または空気量を予め実験等で求めておき、時間または空気量を測定することにより、水通路9内の水を回収する。

【0043】

水通路9の排水が終了したら、バルブ14を閉じてからエアポンプ20を停止して、水タンク10からの水の流出を防ぐ。本実施形態では、イグニッションスイッチがOFFであることを認識した場合に水の回収を行ったが、後述する排水のタイミングに合わせて水タンク10に回収してもよい。

【0044】

ステップS15において水の回収が終了したら、ステップS16に進みドレーン待ち時間を決定する。ここでは、ドレーン待ち時間を、後述するステップS17でコントローラ30に備えたタイマーの初期化を行ってから、排水処理を行うまでの時間とする。

【0045】

ここで、ドレーン待ち時間の決定方法について説明する。

【0046】

水温センサ11を用いて水タンク10内の水温を測定する。図6を用いて、ステップS12で推定した凍結可能性と水温とから排水までのドレーン待ち時間を決定する。図6は、純水温度、凍結可能性に対するドレーン待ち時間を示している。ドレーン待ち時間は純水温度が低いほど短く、また凍結可能性が高いほど短く設定する。これにより、その後、純水温度が低下して凍結が開始されるまでの間に再度運転が再開された場合に純水を無駄に捨てるのを避けることができる。

【0047】

ドレーン待ち時間は、システムの保温状態や外気温度によっても異なるので、システムに応じて予め実験等で図6のようなマップを求める。本実施形態では、簡単にするために外気温度を考慮せずに純水温度と凍結可能性とからドレーン待

ち時間を求める。これに加えて、外気温度を考慮してドレーン待ち時間を求めた場合には更に精度が高まるので、ドレーン待ち時間を長く設定することができる。

【0048】

ステップS17では、ステップS16で決定されたドレーン待ち時間までの時間を計測するために、コントローラ30に備えたタイマーを初期化する。ステップS18に進み、タイマーの加算を行う。ステップS19では、タイマーの計測値が閾値を超えたかどうかの判断を行う。ここでの閾値はドレーン待ち時間を示す。閾値まで到達していない場合にはステップS18に戻りタイマーの加算を継続し、ステップS19において閾値に到達したらステップS20でドレーンバルブ15を開いて排水を実施してから、ステップS14に進み、システムを完全に停止する。

【0049】

このように、システム停止時には、凍結が開始するまでの時間を予測し、凍結が始まらない間はシステム内に水を保有し、凍結が開始すると予測される時間になったら排水して、水通路9内の水の凍結を防止する。

【0050】

次に、ステップS5の冷間起動を図7のフローチャートを用いて説明する。

【0051】

ステップS21において、水タンク10に備えた加熱ヒータ13をONにし、凍結している水タンク10内の水の解凍を行う。ステップS22において、水温センサ11により水タンク10内の水温が10℃以上か未満かの判断を行う。水温が10℃以上になるまで加熱ヒータ13による純水の解凍を継続し、10℃以上となったら、水タンク10内の水が解凍されたと判断してステップS23に進む。ステップS23において、ドレーンバルブ15を閉じ、ステップS24においてバルブ14を開いて水タンク10内の水を水ポンプ17まで導く。ステップS25において、バルブ14を開いてから所定時間が経過したかどうかを判断する。この所定時間は、水ポンプ17まで水が充填されるのに必要な時間であり、例えば5秒である。この時間は配管構成等に応じて変化させる。

【0052】

ステップS26ではシステムを起動する。水素ガスおよび空気を供給して燃料電池1における発電を開始する。ステップS27において、水温センサ11により純水温度を測定し、加熱ヒータ13によって水温が十分に上昇したかどうかを判断する。ステップS27を、水温が20℃以上となるまで繰り返し、20℃以上となったらステップS28に進み加熱ヒータ13をOFFにする。

【0053】

このように制御することで、凍結していた水を解凍して冷間起動を行う。

【0054】

次に、図8のフローチャートを用いて、通常起動の制御方法を説明する。

【0055】

ステップS30ではドレーンバルブ15を閉じて、水通路9に水を流通可能とする。ステップS31において、バルブ14を開き、水を水ポンプ17まで導く。ステップS32では、バルブ14を開いてから所定時間が経過したかどうかの判断を行う。この所定時間は、水タンク10から水ポンプ17までの水通路9を水により十分に満たすことができる時間である。この時間は実験等で予め求めることができ、また使用する配管構成に応じて設定することができる。

【0056】

ステップS33では、燃料電池システムを起動する。水素および空気を供給して燃料電池1における発電を開始する。

【0057】

なお、本実施形態では凍結防止手段としてドレーンバルブ15を開くことによる排水を行ったが、加熱ヒータ13を作動させて水タンク10内の水温を氷点以上に保持する制御を行ってもよい。このときは、ステップS20の動作は「加熱ヒータ13を稼働させる」となる。

【0058】

また、スタック1の冷却システムについても水の補給を行う必要がある場合には、水分凝縮装置8において凝縮した水分を冷却システムに供給可能な構成として、予備タンク27に液面センサを設ける。これにより、加湿システムにおける

水管理と同様に水の補給を行うことができる。ここでは、冷却水として水の凍結防止剤を混ぜたものを用いているが、冷却水として純水を用いる場合等の、凍結防止の制御が必要な場合には、上記と同様の制御を行うことで無駄な排水を避けることができる。

【0059】

次に、本実施形態に用いる燃料電池システムによる効果を説明する。

【0060】

水の凍結可能性を推定するステップS12における凍結可能性推定と、燃料電池システム内の水の少なくとも一部の凍結を防止するために排水を行うドレーンバルブ15とを備える。さらに、凍結可能性に応じてドレーン待ち時間を求めるステップS16における待ち時間推定を備え、少なくともドレーン待ち時間が経過するまではドレーンバルブ15による排水動作を停止状態に維持する。これにより、凍結可能性に応じて、凍結防止の動作を待機させることができるので、無駄に凍結防止の動作を行うのを避けることができる。これにより、凍結防止の動作に必要なエネルギー等の消費を抑制することができるので、システムの効率を向上することができる。

【0061】

また、ドレーン待ち時間を、ステップS12において推定された凍結可能性から凍結が開始する可能性が生じる時点までの時間、つまり凍結開始の可能性がないと判断できる時間とする。これにより、凍結の可能性がないと推測される間には凍結防止の動作を回避することができるので、無駄な凍結防止の動作によるエネルギー消費を抑制することができる。

【0062】

このとき、ドレーン待ち時間経過後に、ドレーンバルブ15を開くことにより、システム内の水の少なくとも一部の凍結を防止する動作を行う。これにより、凍結可能性推定時に、凍結が開始する可能性が生じると推測された時点で凍結防止の動作を行うことができるので、凍結を避けることができる。これにより、凍結による燃料効率の低下や、システムの破損を回避することができる。

【0063】

また、ドレーン待ち時間を凍結可能性が低いほど長くすることで、凍結が起り難い環境下での無駄な凍結防止の動作を避けることができ、システム効率を向上することができる。

【0064】

凍結防止手段としては、水の少なくとも一部を排水するドレーンバルブを用いることで、配管内に残留する水を排水することができ、凍結を防止することができる。また、このようなシステムの凍結防止の動作を、凍結の可能性がない場合には避けることで、システム内の水不足や、水生成のためのエネルギー消費を低減することができる。ここでは、ステップS48～S51における水生成や水補給の動作を行う頻度が少なくなるので、余分なエネルギー消費を低減することができる。

【0065】

一方、凍結防止手段として、水の少なくとも一部を加熱もしくは保温する保温装置としての加熱ヒータ13を用いることで、水タンク10内の凍結を避けることができ、起動時のエネルギー消費を低減することができる。このとき、加熱ヒータ13による凍結防止の動作を、凍結が生じないと推測される間には避けることで、エネルギー効率を向上することができる。

【0066】

ステップS12において凍結可能性を推定する際に、平均気温、外気温センサ、カレンダー、ナビゲーション情報、各地の気温等の統計情報の少なくとも一つ、もしくは組み合わせにより凍結可能性を推定する。これにより、環境、時期、場所等に応じて凍結可能性を推定することができる。

【0067】

以上のように、本実施形態は燃料電池システムが氷点下にさらされる場合においても、純水等が凍結することがなく無駄に捨てる水の量を抑制することができる。本願では、水排出の頻度を減少させられるので、この水生成モード運転を行う頻度が減少し、これにより燃費悪化を防止できる。またS10の水の補給要求の警告が発生する頻度も減少する。また、本実施形態では、加湿用水配管について記載したが、ガス配管について同様の処理を行うことで、同様の効果を得るこ

ともできる。

【0068】

次に第2の実施形態について説明する。ここで用いる燃料電池システムの構成を図1に示し、制御方法を図9のフローチャートに示す。

【0069】

本実施形態では凍結可能性判断の精度を向上するために、コントロールユニット30に間欠的に電源を投入して外気温度を測定する機能を有する。この間欠的に電源を投入する間隔を本実施形態の測定待ち時間とし、凍結可能性に応じて変更する。

【0070】

ステップS41において、イグニッションスイッチがONであるかOFFであるかを判断する。ON（運転継続）の場合にはステップS42へ、OFF（運転停止）の場合にはステップS52に進む。

【0071】

ステップS42に進み、運転を継続する場合には、第1の実施形態と同様の制御を行う。つまり、起動運転が必要な場合にはステップS46、S47で起動運転を行ってから、水タンク10内に必要な水量を確保する。このように、図9におけるステップS42～S51は、図2におけるステップS1～S10に相当する。ただし、ステップS48、S50、S51において、水タンク10の水位が加湿を行うのに十分であると判断できたら、ステップS41に戻る。

【0072】

ステップS41において運転停止と判断されたらステップS52に進む。ステップS52において、凍結可能性判断を行う。本実施形態では、図4に示すような代表的な複数地域の1日の温度をコントロールユニット30内に記憶しておく。マップに示された測定時刻の温度と、外気温センサ31により測定した外気温度との値を比較して、それらの値の差が最も小さいマップを選択する。

【0073】

第1の実施形態では、ある代表地域（●印）の1日の気温変化と外気温とを比較することで、気温データをシフトすることとしたが、この場合には1日の気温

変化量が地域により異なるために若干誤差が生じる可能性がある。そのため、システムの凍結を完全に防止するためには凍結可能性を高めに見積もる必要があったが、本実施形態では、地域に応じた気温グラフを選択するため、より正確な凍結可能性の推定を可能にしている。

【0074】

また、本実施形態の凍結可能性判断はステップS52において、計測時の外気温度から推定したが、前回以前の凍結可能性を記憶させておき、その変化量から補正を加えてもよい。ここで、補正の方法の具体例を図10を用いて説明する。

【0075】

凍結可能性推定を行うたびに、前回値と前々回値との偏差から今回の値を予測する。図10における $n-1$ 回目の測定のように、今回($n-1$ 回目)の凍結可能性推定値 P_{n-1} が予測値 P_{0n-1} より高い場合には、今回の測定値を今回の補正後の凍結可能性推定値 P_{fn-1} とする。つまり、図10では、 $P_{0n-1} < P_{n-1}$ なので $P_{fn-1} = P_{n-1}$ として採用する。

【0076】

一方、 n 回目の測定のように、今回(n 回目)の凍結可能性推定値 P_n が予測値 P_{0n} より低い場合には、予測値 P_{0n} と凍結可能性推定値 P_n との差の $1/2$ を凍結可能性推定値 P_n に加算して、補正後の凍結可能性推定値 P_{fn} とする。つまり、図10では、 $P_{0n} > P_n$ なので、 $P_{fn} = P_n + (P_{0n} - P_n) / 2$ として採用し、凍結可能性推定値が高めになるように補正する。

【0077】

このような動作を行うことで、温度変化が激しい状態においても、凍結可能性の判断ミスによるシステムの凍結を未然に防止できる。本補正は、使用するシステムが最適な凍結可能性推定を行うように選択的に採用する。

【0078】

ステップS52において凍結可能性を求めたら、ステップS53に進み凍結の可能性があるかどうかを判断する。凍結の可能性がない場合、つまり凍結可能性が0%の場合にはステップS64に進み、水抜き等を行わずにシステムを停止する。

【0079】

ステップS53において凍結可能性が0%以外の場合には、ステップS55に進み、凍結がすぐに開始する可能性があるかどうかを判断する。ここでは、可能性が90%より高い場合を凍結開始の可能性がある場合とする。凍結可能性が90%より高い場合には、直後に凍結が開始する可能性があるのでステップS62以降の排水作業を行う。一方、凍結可能性推定値が90%以下の場合には、直後に凍結が開始するわけではないので、再び凍結可能性を推定するための測定を行うまでの測定待ち時間を決定して、システムをスリープ状態で待機させる。

【0080】

まず、凍結可能性推定値が90%以下の場合を説明する。

【0081】

ステップS56では、次の測定までの測定待ち時間を決定する。ここでは、第1実施形態においてドレーン待ち時間を求めたのと同様に、次の測定までの測定待ち時間を、図6を用いて求める。測定実施時の純水温度と、ステップS52で推定した凍結可能性から凍結が開始する時間を予測し、この凍結が開始するまでの時間を次の凍結可能性判断までの測定待ち時間とする。

【0082】

ここでは、システム停止信号を受け取ってから純水温度が低下しても、凍結を開始するまでの間に再度運転が開始された場合は純水を無駄に捨てるのを避けることができるように測定待ち時間を設けている。測定待ち時間の決定にはシステムの保温状態や外気温度によって異なるので、システムに応じて実験等で求めた値を用いる。本実施形態では、純水温度と凍結可能性から測定待ち時間を設けたが、これに加えて外気温度を考慮してもよい。外気温度を考慮するとさらに精度が高まるので、測定待ち時間を長く設定することができる。

【0083】

第1の実施形態では、システム停止から排水までの時間を決定したが、この場合には、システムの保温等により、時間が長期化した場合に誤差が大きくなるため、若干余分に排水される可能性があった。これに対して本実施形態では、次回までの測定間隔を今回の凍結可能性に応じて決定し、再び凍結可能性を求めるた

め、さらに確実に凍結が開始される時間を推測できるので無駄な排水を回避することができる。

【0084】

ステップS57では、燃料電池システムをコントローラ30に備えたタイマーのみが作動するシステムスリープ状態となるように制御して、消費電力を低減する。ステップS58ではタイマーの初期化を行い、ステップS59においてタイマーの加算を行う。ステップS60では、タイマーの計測時間がステップS57で求めた測定待ち時間に到達しているかどうかを判断する。到達していなければ、ステップS59に戻りシステムスリープ状態を維持する。測定待ち時間経過後には、ステップS61に進み、システムの温度計測系統に電源を投入し、その後の凍結可能性判断を行う準備をする。その後、ステップS41を介してステップS52に戻り、再度凍結可能性の推定を行う。

【0085】

一方、システムの冷却が進み、ステップS55において、凍結可能性推定値が90%より大きくなった場合には、凍結がすぐに開始する可能性があるので、排水作業を行う。

【0086】

ステップS62では、純水を水タンク10に回収する。ここでは、三方弁18をエアポンプ20と水タンク10とを連通させる側に切り替える。その後エアポンプ20を駆動することにより、水通路9中の水を水タンク10内に回収する。このとき、水通路9内の水を十分に水タンク10に回収できる時間または空気量を予め実験等で求めておく。所定時間または所定空気量を供給したら、バルブ14を閉じることにより水タンク10からの流出を防いでから、エアポンプ20を停止する。

【0087】

ステップS63においてドレインバルブ15を開くことにより、水通路9に残留する水を排出する。ステップS64において、システム電源を完全に停止する。

【0088】

次に、本実施形態に用いた燃料電池システムによる効果を説明する。ここでは、第1の実施形態の効果とは異なる効果のみを説明する。

【0089】

測定待ち時間経過後に再度凍結可能性を推定することで、さらに精度よく凍結が開始する時間を推定することができる。凍結可能性に応じて測定待ち時間を推定することで、凍結可能性を推定する回数を最小限にすることができる。また、凍結可能性を再度行うことで、凍結する可能性がない時点での凍結防止の動作を避けることができる。

【0090】

また、凍結可能性に応じて凍結が開始するかどうかをステップS55において判断し、ステップS55において凍結が開始する可能性があるとは判断される場合には、凍結の防止の動作を開始する。一方、凍結が開始する可能性がないとは判断される場合には、測定待ち時間を推定する。これにより、凍結が開始する可能性がある場合には凍結防止の動作により凍結を回避し、凍結の可能性がない場合には、凍結が開始する可能性が生じるまで凍結防止の動作を避けることができる。これにより、凍結防止の動作による水やエネルギーの消費を抑制することができ、システムの効率を向上することができる。

【0091】

また、凍結可能性の推定は、少なくとも前回以前の凍結可能性、もしくは前回凍結可能性推定を行う過程で得られたセンサ値または演算結果等のうち少なくとも一つを記憶し、前回以前との変化量、もしくは変化割合に応じて補正を行う。これにより、凍結可能性による判断をさらに確実にすることができる。

【0092】

さらに、測定待ち時間経過中には、システム内のタイマーのみを作動させて、システムスリープ状態を維持する。これにより、測定待ち時間中の電力消費を低減して、システム効率を向上することができる。

【0093】

なお、実施形態においては、凍結可能性を0%～100%としたが、0%または100%のどちらか一方としてもよい。すなわち、予測最低気温が所定値以下

であるかどうかを判断することにより、凍結防止手段を作動させるかどうかを判断してもよい。

【0094】

このように、本発明は、上記実施形態に限定されるわけではなく、請求の範囲に記載の技術的思想の範囲内で様々な変更を成し得ることは言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

【図1】

第1の実施形態における燃料電池システムの構成図である。

【図2】

第1の実施形態における燃料電池システムの制御を示すフローチャートである。

【図3】

代表的な地域（東京地方）の年間の最低気温を示すグラフである。

【図4】

2月の平均的な1日の代表的な気温変化のデータを示すグラフである。

【図5】

予測最低温度に対する凍結可能性を示すグラフである。

【図6】

水温および凍結可能性に対する待ち時間を示す図である。

【図7】

冷間起動の制御を示すフローチャートである。

【図8】

通常起動の制御を示すフローチャートである。

【図9】

第2の実施形態における燃料電池システムの制御を示すフローチャートである。

【図10】

第2の実施形態における凍結可能性の補正方法についての説明図である。

【符号の説明】

13 加熱ヒータ (保温装置)

15 ドレインバルブ

S12、S52 凍結可能性推定手段

S16、S56 待ち時間推定手段

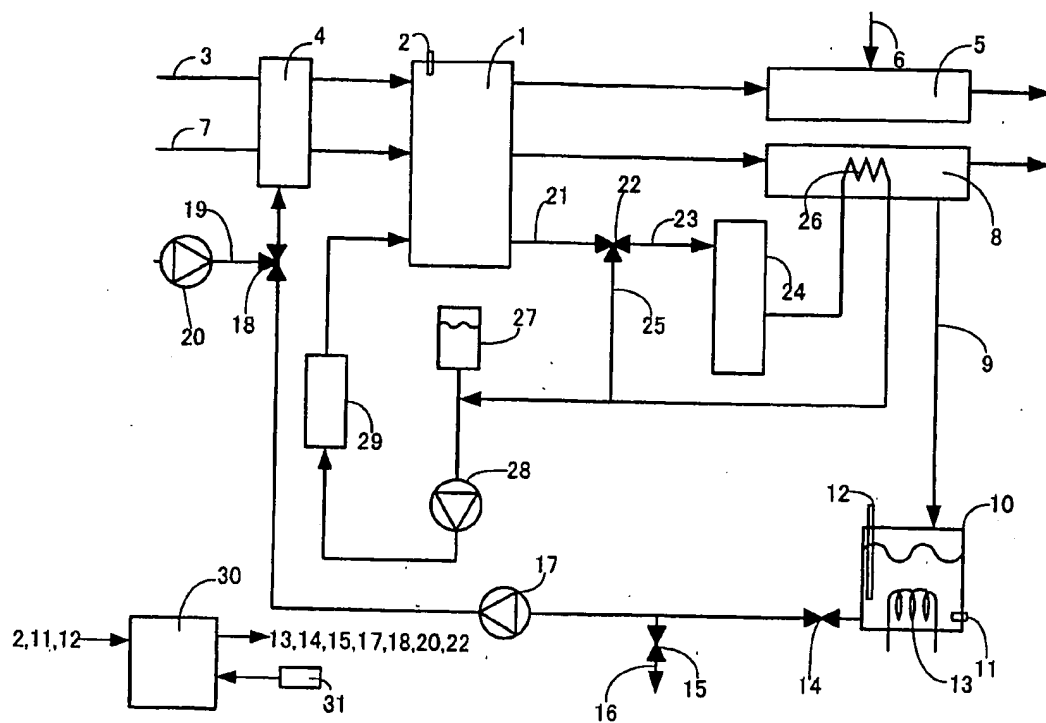
S55 凍結開始判断手段

凍結防止手段・・・ドレインバルブ15、加熱ヒータ13

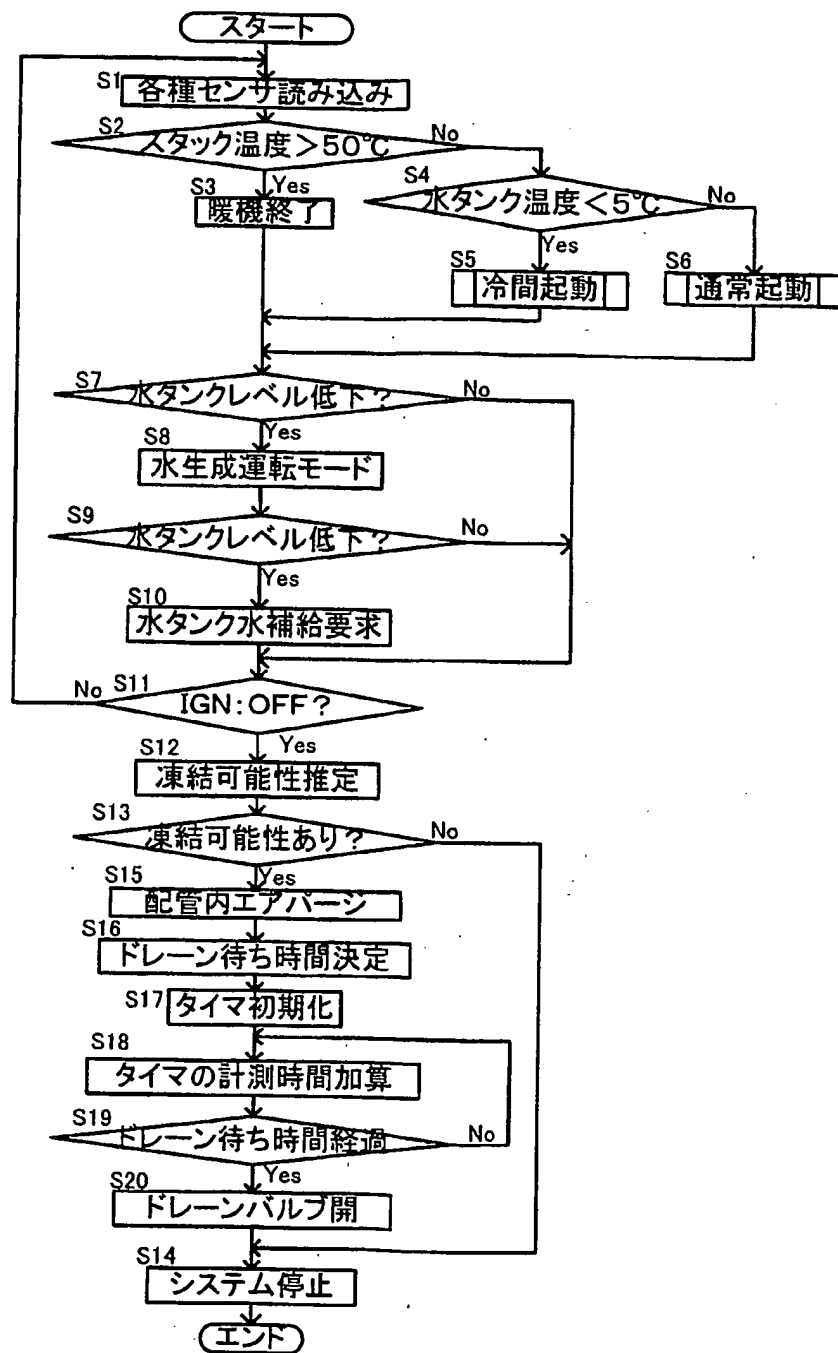
待ち時間・・・ドレイン待ち時間、測定待ち時間

【書類名】 図面

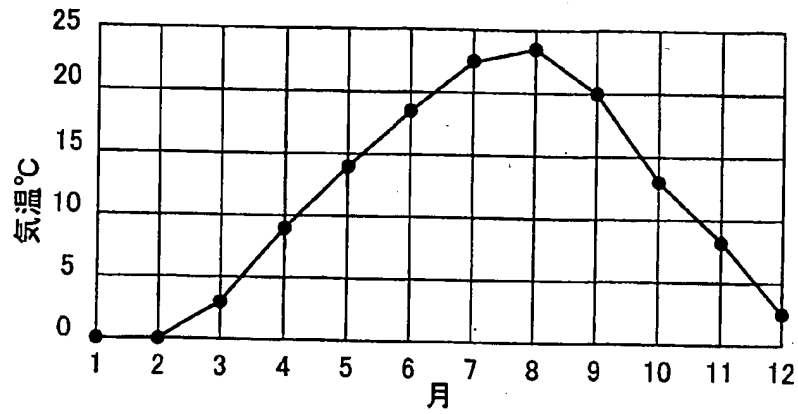
【図1】



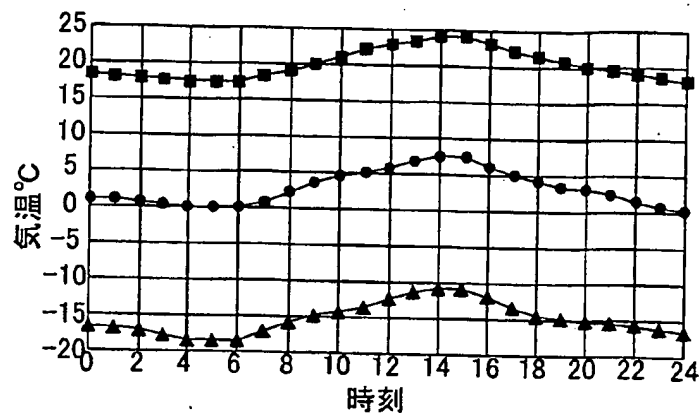
【図 2】



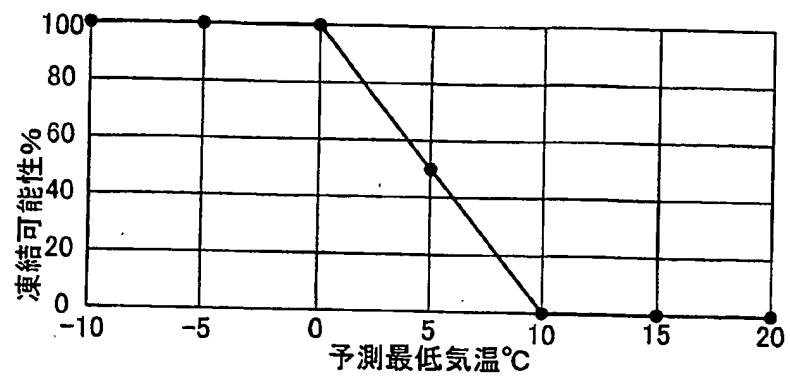
【図3】



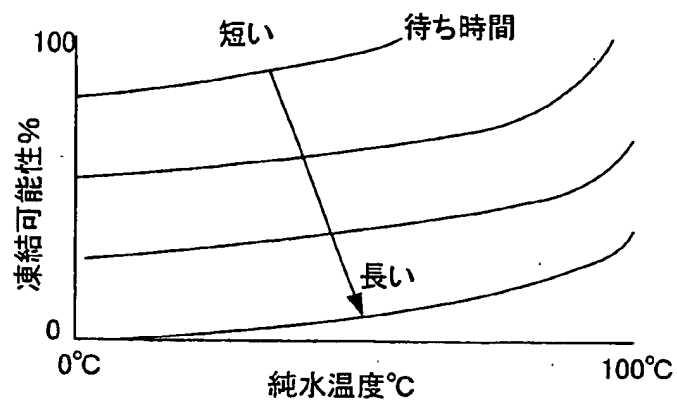
【図4】



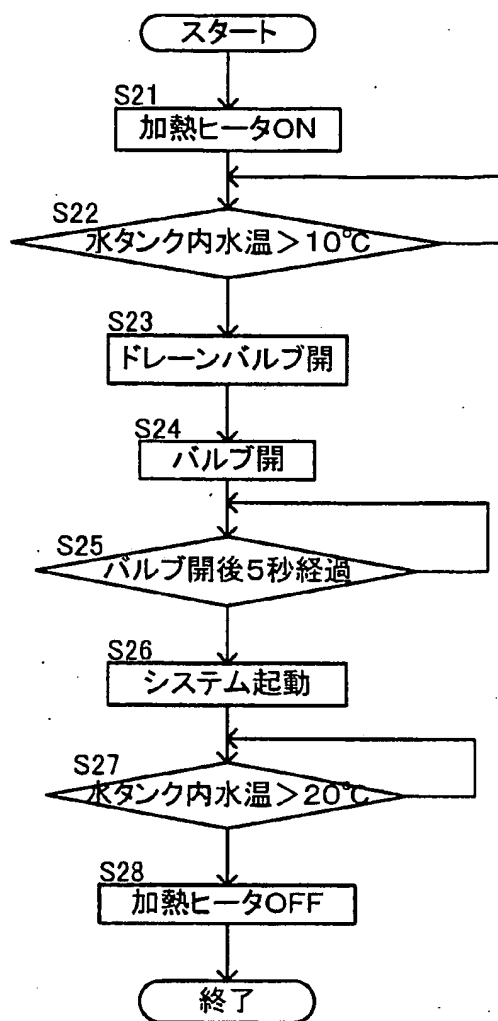
【図5】



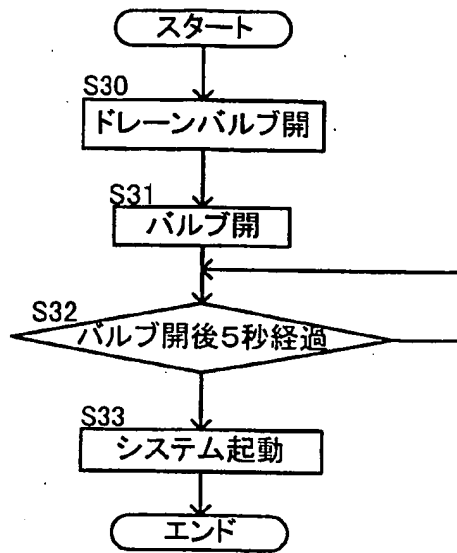
【図 6】



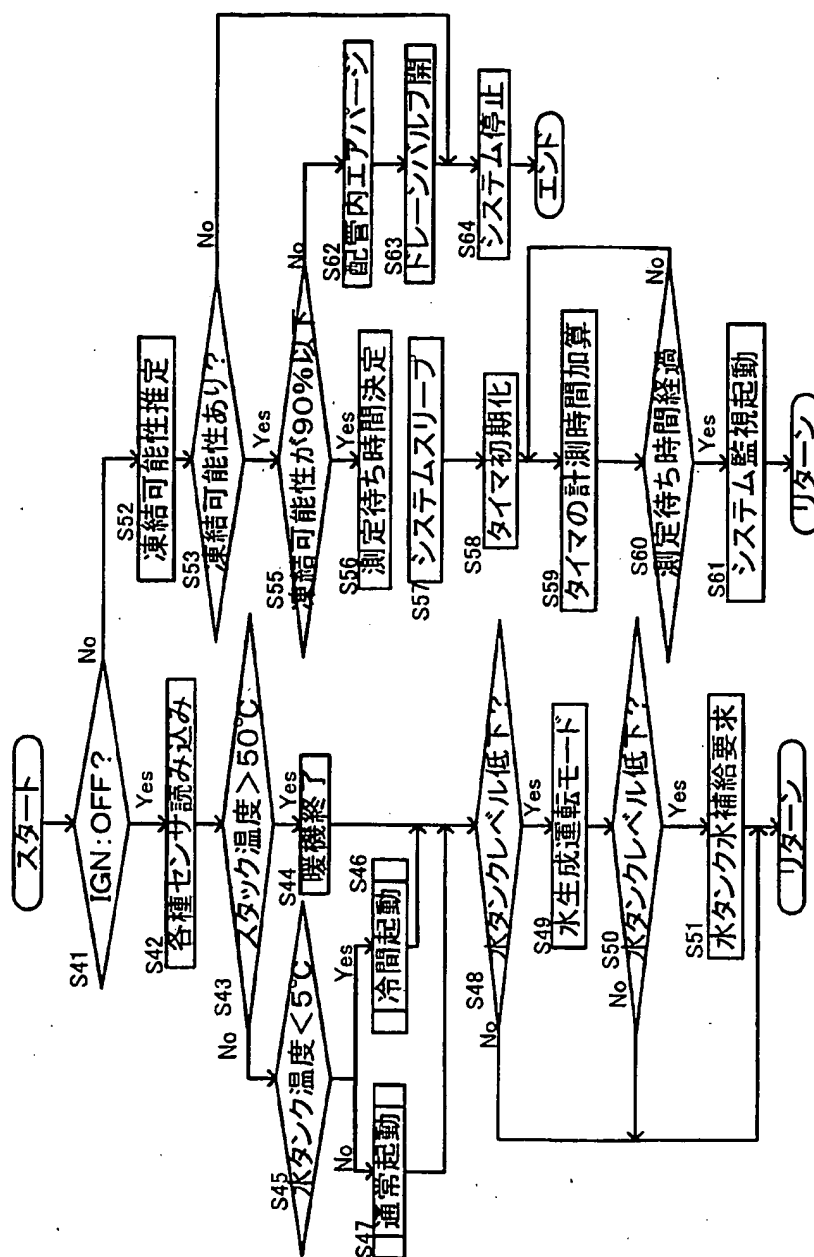
【図 7】



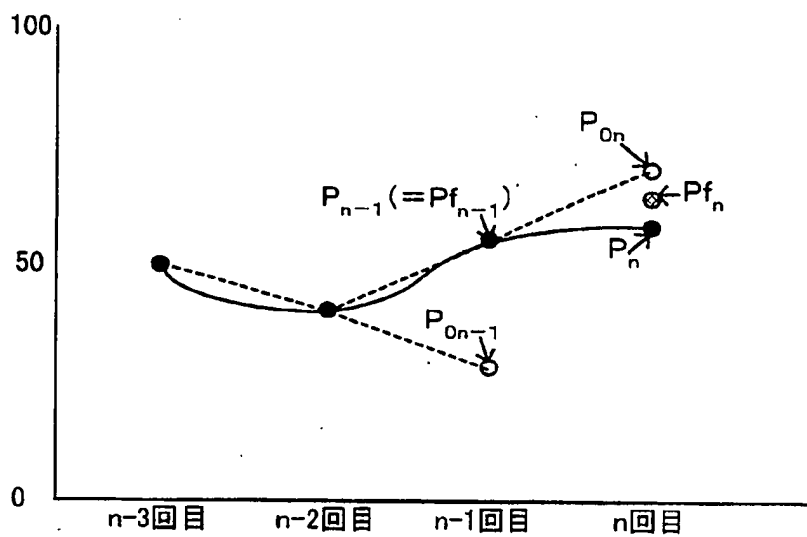
【図 8】



【图 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】凍結防止の動作によるシステムの効率の悪化を抑制できる燃料電池システムを提供する。

【解決手段】システム内に水が存在する燃料電池システムにおいて、水の凍結可能性を推定する凍結可能性推定手段 S 1 2 と、燃料電池システム内の水の少なくとも一部の凍結を防止するドレーンバルブ 1 5 と、前記凍結可能性推定手段の出力に応じた待ち時間を求める待ち時間推定手段 S 1 6 と、を備え、少なくとも待ち時間経過中にはドレーンバルブ 1 5 を閉じて排水を避ける。

【選択図】 図 2

特願2002-197117

出願人履歴情報

識別番号

[000003997]

1. 変更年月日

1990年 8月31日

[変更理由]

新規登録

住所

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

氏名

日産自動車株式会社